



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 05 543 A1 2004.08.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 05 543.6

(51) Int Cl.⁷: F03D 11/00

(22) Anmeldetag: 10.02.2003

(43) Offenlegungstag: 26.08.2004

(71) Anmelder:

Wobben, Aloys, 26607 Aurich, DE

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(74) Vertreter:

Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

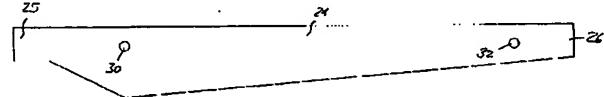
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Verfahren zur Montage von Rotorblättern sowie ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Montage von Rotorblättern an einer Rotornabe, die mit einer Gondel einer Windenergieanlage verbunden ist, beinhaltet die Schritte: Drehen der Rotornabe in eine vorgegebene erste Position, Anbringen eines Rotorblattes (21), Drehen der Rotornabe mit Hilfe des Rotorblattes (21) in eine vorgegebene zweite Position und Montieren eines zweiten Rotorblattes (22), wobei die Drehung der Rotornabe in Richtung der Schwerkraftwirkung des bereits montierten ersten Rotorblattes (21) erfolgt.

Hierdurch kann bei der Montage von Rotorblättern an Windenergieanlagen mit einer relativ großen Nabenhöhe auch ein Kran verwendet werden, der auch zur Montage der Rotornabe selbst bzw. der Gondel ausreicht.

Ferner ist ein zu montierendes Rotorblatt für eine Windenergieanlage gezeigt, wobei das Rotorblatt wenigstens ein Durchgangsloch aufweist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Montage von Rotorblättern an einer Rotornabe, die mit einer Gondel einer Windenergieanlage verbunden ist, sowie ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage.

[0002] Rotorblätter für Windenergieanlagen sind allgemein bekannt. Mit zunehmender Größe der Windenergieanlagen und ansteigender Leistung nimmt auch die Größe der Rotorblätter sowie deren Eigengewicht zu. Zur Montage der Komponenten sind deshalb Kräne erforderlich, die Lasten mit höherem Eigengewicht in größere Höhen transportieren können. Demnach werden auch die benötigten Kräne größer.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, die Montage der Rotorblätter zu vereinfachen sowie die Handhabbarkeit der Rotorblätter zu verbessern.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein Verfahren zur Rotorblatt-Montage nach Anspruch 1 sowie durch ein Rotorblatt nach Anspruch 6 gelöst.

[0005] Das Verfahren zur Montage von Rotorblättern an einer Rotornabe, welche mit einer Gondel einer Windenergieanlage verbunden ist, erfolgt durch Drehen der Rotornabe in eine vorgegebene erste Position, Anbringen eines Rotorblattes, Drehen der Rotornabe mit Hilfe des Rotorblattes in eine vorgegebene zweite Position, wobei die Drehung der Rotornabe in Richtung der Schwerkraftwirkung des bereits montierten ersten Rotorblattes erfolgt.

[0006] Somit kann auch bei der Montage von Rotorblättern an Windenergieanlagen mit einer relativ großen Nabenhöhe ein Kran verwendet werden, der auch zur Montage der Rotornabe selbst bzw. der Gondel ausreicht.

[0007] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Gondel um 180 Grad gedreht, bevor das zweite Rotorblatt angebracht wird. Diese Vorgehensweise gestattet die Montage des zweiten Rotorblattes, ohne dass der Kran seinen Standort verändern muss, da sich durch die Drehung der Gondel die Anbauposition des Rotorblattes wiederum an der Seite der Windenergieanlage befindet, an welcher der Kran aufgebaut ist.

[0008] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens wird die Rotornabe mit Hilfe des zweiten Rotorblattes in eine weitere vorgegebene Position gedreht, die Gondel erneut um 180 Grad gedreht und ein drittes Rotorblatt 23 angebracht.

[0009] Auch diese Montage des dritten Rotorblattes ist ohne eine Änderung des Standortes des Kranes möglich und durch die Einsparung der aufwändigen Standortwechsel des Kranes lassen sich die Rotorblätter zeitsparend anbringen.

[0010] Um die Drehung der Nabe auf besonders einfache und wirkungsvolle Weise zu unterstützen, kann der Kran an dem Rotorblatt und insbesondere bevorzugt an einem Durchgangsloch des Rotorblattes angreifen und somit die Drehung des Rotorblattes

in Richtung der Schwerkraft durch eine entgegengesetzte gerichtete Kraft verzögern. Dadurch kann die Drehung auf einfache Weise sicher kontrolliert und beeinflusst werden.

[0011] Die Erfindung bezieht sich ebenfalls auf ein Rotorblatt für eine Windenergieanlage.

[0012] Um die Handhabbarkeit des Rotorblattes zu verbessern, weist das Rotorblatt wenigstens ein Durchgangsloch in dem Rotorblatt an einer vorgegebenen Position auf. Dies hat insbesondere den Vorteil, dass Handhabungsmittel, welche durch das Rotorblatt hindurch greifen können, in der Anwendung schneller und sicherer sind als die bekannte Handhabung mit Gurten und Zurrseilen.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Rotorblatt ein im Wesentlichen senkrecht zur Rotorblattlängsachse verlaufendes Durchgangsloch auf. Dadurch kann entsprechend der Ausrichtung des Durchgangsloches in dem Rotorblatt dieses Rotorblatt in einer im Wesentlichen horizontalen Lage oder in einer im Wesentlichen vertikalen Lage gehandhabt werden.

[0014] Insbesondere bevorzugt verläuft das Durchgangsloch zwischen der Saugseite und der Druckseite des Rotorblattes und erlaubt so die Handhabung des Rotorblattes in einer im Wesentlichen horizontalen Lage, die mit der Fahnenstellung vergleichbar ist. Dabei bietet das Rotorblatt die geringstmögliche Angriffsfläche für den Wind und ist damit natürlich auch dessen Einfluss in geringstmöglichem Umfang ausgesetzt.

[0015] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist das Rotorblatt an wenigstens einer vorgegebenen Position der Rotorblattlängsachse zwei sich kreuzende und senkrecht zur Rotorblattlängsachse verlaufende Durchgangslöcher auf, die eine flexible Handhabung des Rotorblattes abhängig von z. B. örtlichen Gegebenheiten erlauben.

[0016] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0017] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren näher beschrieben. Dabei zeigen:

[0018] **Fig. 1** eine Seitenansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rotorblattes;

[0019] **Fig. 2** eine Seitenansicht einer alternativen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rotorblattes;

[0020] **Fig. 3** eine vereinfachte Querschnitts-Darstellung eines Rotorblatt-Abschnittes mit einem Durchgangsloch;

[0021] **Fig. 4** eine vereinfachte Querschnitts-Darstellung eines erfindungsgemäßen Rotorblatt-Abschnittes mit einer alternativen Ausführungsform des Durchgangsloches;

[0022] **Fig. 5** die Ausgangssituation bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Montage des Rotorblattes;

[0023] **Fig. 6** den ersten Schritt des erfindungsge-

mäßen Verfahrens;

[0024] **Fig. 7** den zweiten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0025] **Fig. 8** den dritten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0026] **Fig. 9** den vierten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0027] **Fig. 10** den fünften Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0028] **Fig. 11** den sechsten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0029] **Fig. 12** den siebten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

[0030] **Fig. 13** den acht Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0031] In der Draufsicht in **Fig. 1** ist eine vereinfachte Darstellung des Rotorblattes **21** gezeigt. Dieses Rotorblatt **21** weist in seiner Längsrichtung zwischen der Rotorblattwurzel **25** und der Rotorblattspitze **26** zwei Durchgangslöcher **30, 32** auf. Das Durchgangsloch **32** ist im Bereich der Rotorblattspitze **26** ausgebildet, während das Durchgangsloch **30** sich im rotorblattwurzelnahen Bereich befindet. Dabei sind diese Positionen so festgelegt, dass eine sichere Handhabung des Rotorblattes bei seiner Montage an einer Rotornabe einer Windenergieanlage gewährleistet ist. Die Festlegung der Position für die Löcher **30, 32** erfolgt unter Berücksichtigung einer Verbindung zu der tragenden Struktur des Rotorblattes **21**.

[0032] **Fig. 2** zeigt eine alternative Ausführungsform des Rotorblattes **21** mit nur einem Durchgangsloch **30**. Dieses einzelne Durchgangsloch **30** ist in sinnvoller Weise im Schwerpunkt des Rotorblattes angeordnet, so dass auch mit einem Handhabungsmittel das Rotorblatt sicher handhabbar ist. Auch hier wird natürlich eine Verbindung mit der tragenden Struktur berücksichtigt.

[0033] Weitere Ausführungsformen mit mehr als zwei Durchgangslöchern sind ebenfalls möglich.

[0034] In den **Fig. 3** und **4** sind beispielhaft alternative Ausführungsformen der Durchgangslöcher gezeigt.

[0035] In **Fig. 3** ist ein zylindrisches Durchgangsloch **30, 32** dargestellt, welches durch geeignete Abdeckungen verschlossen werden kann.

[0036] **Fig. 4** zeigt ein Durchgangsloch **30, 32**, welches in einem mittleren Abschnitt ebenfalls zylindrisch ist, wobei sich die den Oberflächen des Rotorblattes **21** benachbarten Endabschnitte des Durchgangsloches **30, 32** aber verbreitern. Diese Verbreiterung gestaltet ein verbessertes Anbringen von Abdeckungen, die das Durchgangsloch **30, 32** verschließen, um einerseits das Eindringen von Schmutz und Feuchtigkeit zu verhindern und andererseits eine Beeinflussung der Strömung am Rotorblatt durch das Loch zu unterbinden, indem sie sich bündig in die Oberfläche einfügen. Dabei kommen zur Befestigung einer solchen (nicht dargestellten) Abdeckung unterschiedliche, an sich bekannte Möglichkeiten, in Betracht, wie z. B. eine Hinterschnei-

dung, Gewinde, etc.

[0037] In **Fig. 5** ist die Ausgangssituation des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Anbringen von Rotorblättern an der Rotornabe einer Windenergieanlage dargestellt. Dabei werden vorzugsweise Rotorblätter mit Durchgangslöchern, wie in **Fig. 1** und **2** dargestellt, verwendet. In dieser und den folgenden **Fig. 5-13** sind die zur Erläuterung der Erfindung erforderlichen Komponenten stark vereinfacht dargestellt. Dabei bezeichnet das Bezugszeichen **10** den Turm einer Windenergieanlage, **12** weist auf die Ausrichtung der Gondel hin, **14** stellt den Rotorkreis dar, **16, 17** und **18** geben die Orientierung der Rotorblattanschlüsse an und **21, 22** und **23** bezeichnen angebaute Rotorblätter.

[0038] Zur Montage der Rotorblätter an der Rotornabe der Gondel einer Windenergieanlage werden Handhabungsmittel in den Durchgangslöchern **30, 32** befestigt, um mit ihnen sowie mit Hilfe eines Kranes die Rotorblätter sicher nach oben zur Rotornabe befördern zu können. Da die Durchgangslöcher zwischen der Saug- und der Druckseite des Rotorblattes verlaufen, können die Rotorblätter in einer horizontalen Lage sicher gehandhabt werden. Das Vorsehen der oben beschriebenen Durchgangslöcher in den Rotorblättern vereinfacht das nachfolgend beschriebene Verfahren zur Montage dieser Rotorblätter erheblich.

[0039] In **Fig. 5** befindet sich der Rotorkreis **14** in der Betrachtungsrichtung hinter dem Turm **10** der Windenergieanlage und die Rotorblattanschlüsse **16, 17, 18** befinden sich in den Positionen **12** Uhr, **4** Uhr und **8** Uhr.

[0040] In dem ersten Verfahrensschritt wird nun die Rotornabe in eine vorgegebene Position gebracht. Diese ist in **Fig. 6** dargestellt. Wesentlich ist dabei, dass der Rotorblattanschluss **17** jetzt in der **9-Uhr-Position** ist. Entsprechend befindet sich jetzt der Rotorblattanschluss **16** in der **1-Uhr-Position** und der Rotorblattanschluss **18** in der **5-Uhr-Position**.

[0041] Durch die so erreichte Ausrichtung des Rotorblattanschlusses **17** ist es möglich, ein Rotorblatt **21** in einer horizontalen Ausrichtung an diesem Rotorblattanschluss anzubringen. Dazu wird die Rotornabe in der gewünschten Position arretiert. Diese Arretierung wird für die weitere Beschreibung vorausgesetzt und nicht mehr explizit erwähnt.

[0042] Die Situation nach der Montage des ersten Rotorblattes **21** ist in **Fig. 7** gezeigt. Dort ist das Rotorblatt **21** in der **9-Uhr-Position**, während sich die Rotorblattanschlüsse **16** und **18** in der **1-Uhr- bzw. 5-Uhr-Position** befinden.

[0043] Der nächste Verfahrensschritt ist in **Fig. 8** dargestellt. Dort ist das Rotorblatt **21** in die **7-Uhr-Position** abgesenkt. Dieses Absenken kann durch Schwerkraftwirkung erfolgen. Gleichzeitig kann der (nicht dargestellte) Kran, der das Rotorblatt **21** in die Montageposition gehoben hat, der Drehung entgegenwirken und so eine kontrollierte Drehung erzwingen.

[0044] Weiterhin ist in dieser Figur erkennbar, dass der Rotorblattanschluss 18 jetzt in der 3-Uhr-Position ist und der Rotorblattanschluss 16 befindet sich in der 11-Uhr-Position.

[0045] Fig. 9 verdeutlicht, dass bei unveränderter Position der Rotornabe die Gondel um 180 Grad gedreht wurde, so dass sich der Rotorkreis 14 in Betrachtungsrichtung vor dem Turm 10 befindet. Durch diese Drehung der Gondel befindet sich das Rotorblatt 21 jetzt in der 5-Uhr-Position, der Rotorblattanschluss 16 in der 1-Uhr-Position und der Rotorblattanschluss 18 in der 9-Uhr-Position. Damit kann an diesen Rotorblattanschluss 18 jetzt ein in horizontaler Lage vom Kran angehobenes weiteres Rotorblatt angebracht werden, ohne dass der Kran seinen Standort verändern muss.

[0046] Die sich dann ergebende Situation ist in Fig. 10 dargestellt. Dort befindet sich der Rotorblattanschluss 16 noch in der 1-Uhr-Position, das erste Rotorblatt 21 in der 5-Uhr-Position, während das zweite Rotorblatt 22 jetzt in der 9-Uhr-Position dargestellt ist.

[0047] Zur Vorbereitung der Montage des dritten Rotorblattes wird dann, wie in Fig. 11 dargestellt, das Rotorblatt 21 mit Hilfe des Kranes aus der 5-Uhr-Position in die 7-Uhr-Position verschwenkt. Dadurch gelangt das zweite Rotorblatt 22 in die 11-Uhr-Position und der Rotorblattanschluss 16 gelangt in die 3-Uhr-Position. Daran anschließend wird die Gondel wiederum um 180 Grad gedreht.

[0048] Das Ergebnis dieser Drehung ist in Fig. 12 dargestellt. Aus der Sicht des Betrachters befindet sich der Rotorkreis 14 jetzt wieder hinter dem Turm 10. Dadurch ist bei unveränderter Stellung der Rotornabe das erste Rotorblatt 21 in der 5-Uhr-Position, das zweite Rotorblatt 22 befindet sich in der 1-Uhr-Position und der Rotorblattanschluss 16 befindet sich in der 9-Uhr-Position. Somit kann wieder ohne einen Standortwechsel des Kranes ein drittes Rotorblatt an diesem Rotorblattanschluss 16 angebracht werden. Dies ist in der Fig. 13 gezeigt. Das erste Rotorblatt 21 befindet sich in der 5-Uhr-Position, das zweite Rotorblatt 22 in der 1-Uhr-Position und das dritte Rotorblatt 23 in der 9-Uhr-Position. Damit ist das erfundungsgemäße Verfahren beendet und alle drei Rotorblätter sind an der Windenergieanlage angebracht worden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Montage von Rotorblättern an einer Rotornabe einer Windenergieanlage, wobei die Rotornabe mit einer Gondel verbunden ist, mit den Schritten:

- Drehen der Rotornabe in eine vorgegebene erste Position,
- Anbringen eines Rotorblattes (21),
- Drehen der Rotornabe mit Hilfe des ersten Rotorblattes (21) in eine vorgegebene zweite Position,
- Montieren eines zweiten Rotorblattes (22),

dadurch gekennzeichnet, dass die Drehung der Rotornabe in Richtung der Schwerkraftwirkung des ersten Rotorblattes (21) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass a) die Gondel um 180 Grad gedreht wird, bevor das zweite Rotorblatt (22) angebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass a) die Rotornabe mit Hilfe des zweiten Rotorblattes (22) in eine weitere vorgegebene Position gedreht wird,
b) die Gondel erneut um 180 Grad gedreht wird, und
c) ein drittes Rotorblatt (23) angebracht wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kran an einem Rotorblatt (21, 22) angreift und die Drehung der Nabe unterstützt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kran an einem Durchgangsloch (30, 32) des Rotorblattes (21, 22) angreift.

6. Rotorblatt für eine Windenergieanlage, gekennzeichnet durch wenigstens ein Durchgangsloch (30, 32).

7. Rotorblatt nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch ein im Wesentlichen senkrecht zur Rotorblattlängsachse verlaufendes Durchgangsloch (30, 32).

8. Rotorblatt nach Anspruch 6 oder 7, gekennzeichnet durch ein zwischen der Saugseite und der Druckseite des Rotorblattes (21, 22, 23) verlaufendes Durchgangsloch (30, 32).

9. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 6 – 8, gekennzeichnet durch zwei sich kreuzende und im Wesentlichen senkrecht zur Rotorblattlängsachse verlaufende Durchgangslöcher (30, 32).

10. Rotorblatt nach einem der Ansprüche 6 – 9, gekennzeichnet durch lösbare Abdeckungen zum Verschließen der Durchgangslöcher (30, 32).

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

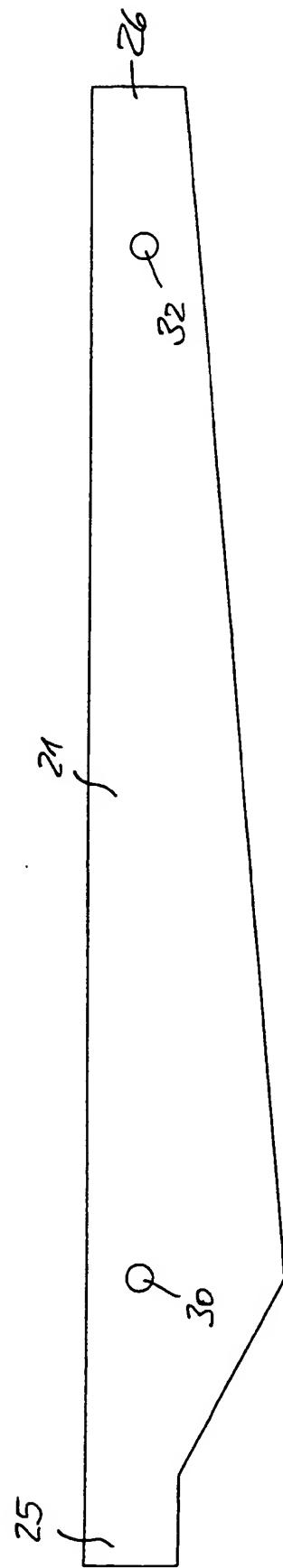


Fig. 2

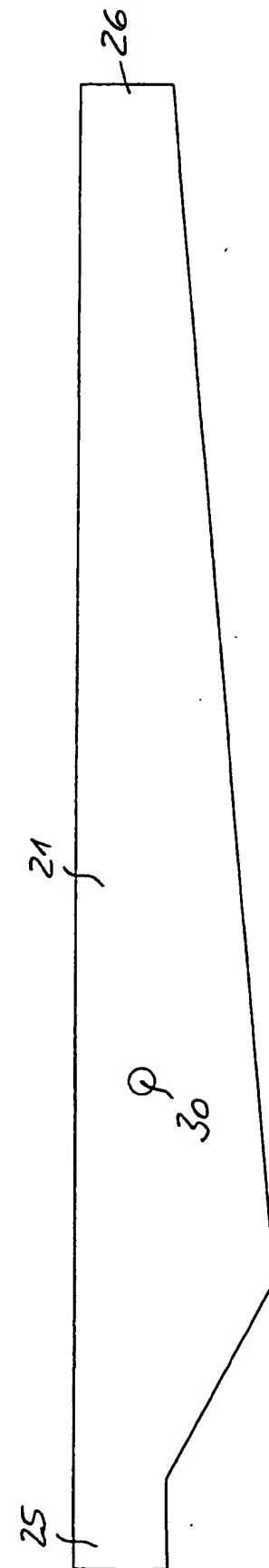


Fig. 3

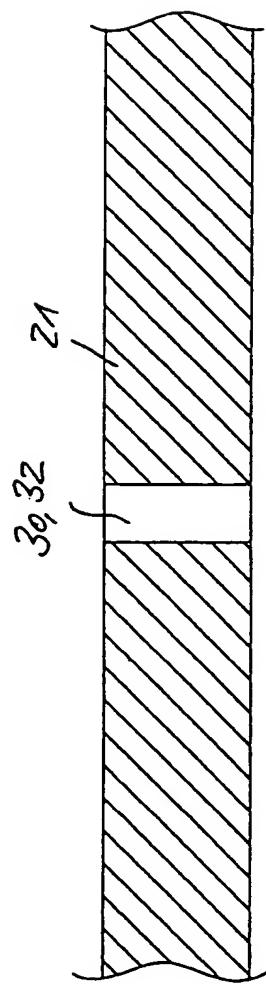
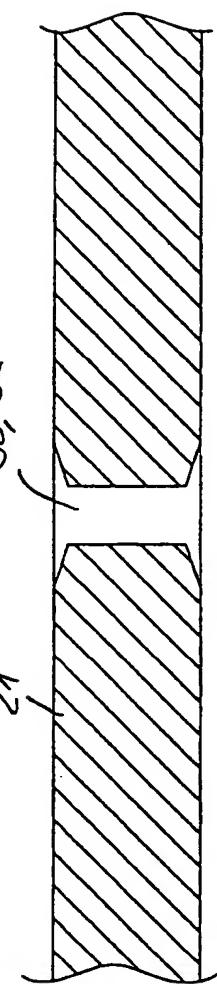


Fig. 4



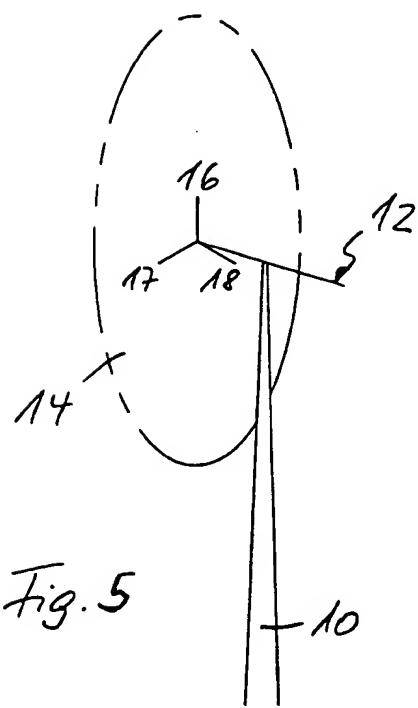


Fig. 5

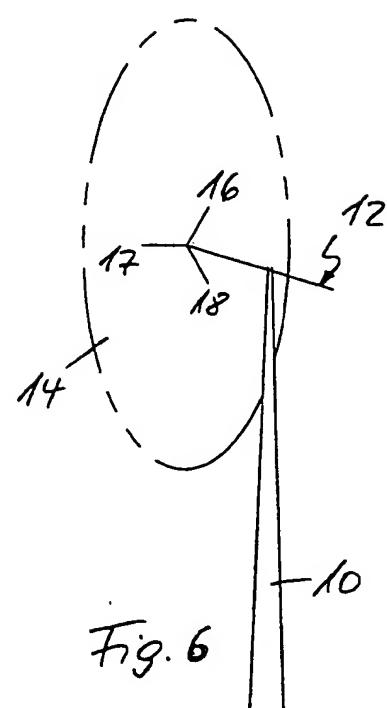


Fig. 6

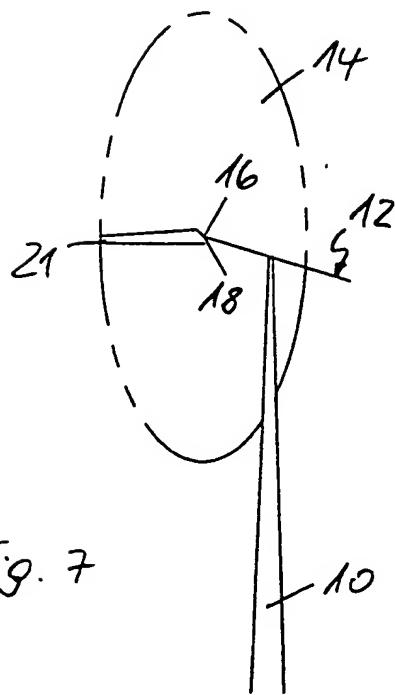


Fig. 7

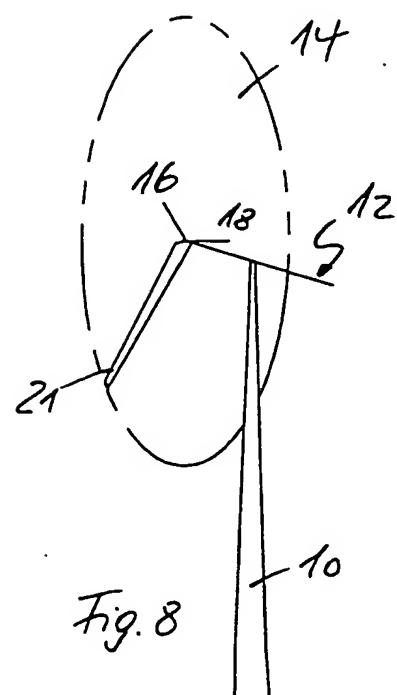


Fig. 8

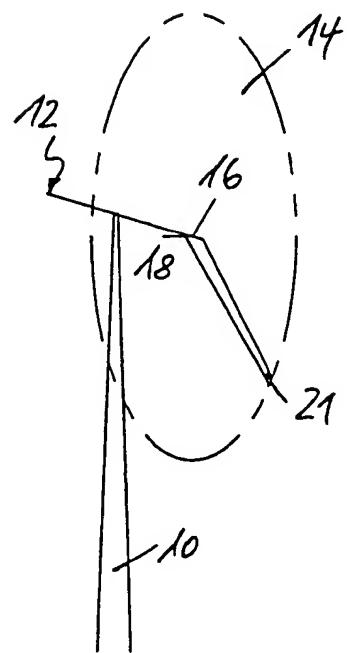


Fig. 9

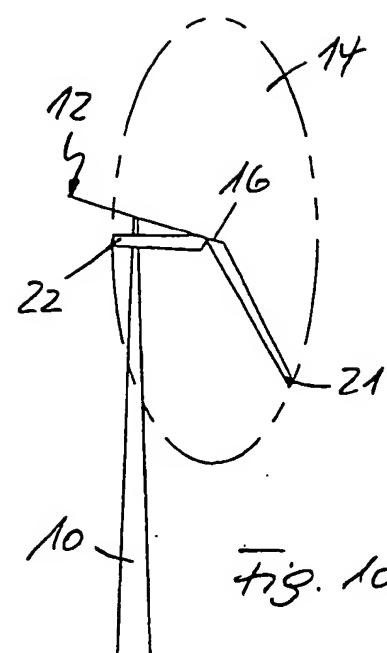


Fig. 10

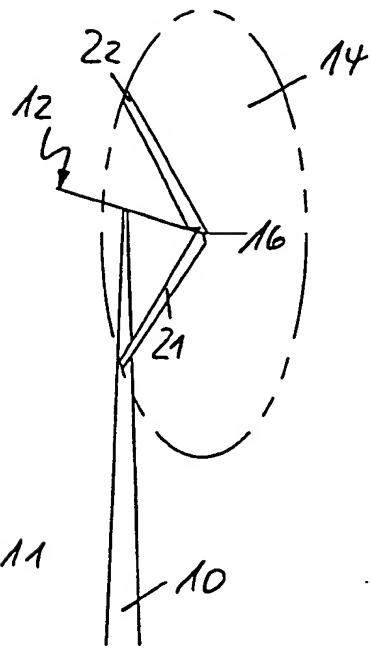


Fig. 11

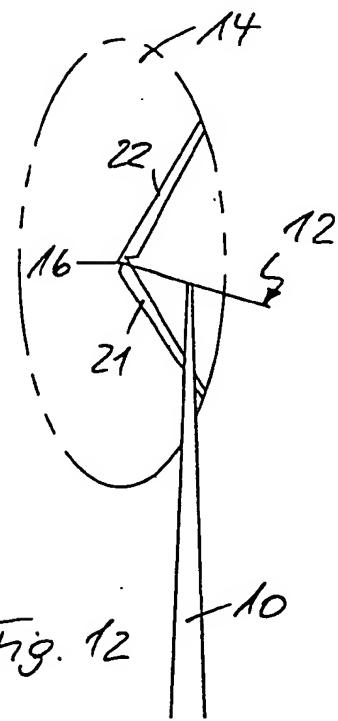


Fig. 12

